

УДК 681.513.54

РЕАЛИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ СУТОЧНЫМ ТЕМПЕРАТУРНЫМ РЕЖИМОМ ПОМЕЩЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ШИМ-РЕГУЛЯТОРА С ПРЕДСКАЗАНИЕМ

Евсеенко О. Н., Качанов П. А.

д.т.н., профессор, зав. каф. АиУТС Качанов П. А.

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»,
УКРАИНА

АННОТАЦИЯ. В данной работе представлены результаты моделирования суточного температурного режима помещения управления с помощью регулятора с предсказанием. Показан эффект от замены непрерывного управления работы нагревателя на «интеллектуальный» регулятор с предсказанием, учитывающий температуру в помещении и суточный прогноз уличной температуры.

Введение. На сегодняшний день в условиях постоянного роста цен на энергоносители промышленность и ряд других отраслей хозяйства нуждаются в решениях, которые помогут снизить потребление тепла и повысить эффективность его использования. Развитие и общее удешевление микропроцессорной техники и средств автоматики создают возможности для создания и внедрения новых «интеллектуальных» методов управления тепловыми процессами.

Цель работы. Целью работы является проведение моделирования суточного поведения теплового состояния помещения с учётом уличной температуры; получение эффекта, выраженного в экономии теплового ресурса от замены режима работы отопительного оборудования с непрерывного на дискретное — ШИМ-регулирование с предсказанием [1].

Основная часть работы. Большинство существующих систем отопления жилых и общественных зданий работают в неуправляемом режиме в течение 24 часов в сутки. Практически все котлы, обеспечивающие комфортные условия в помещении, имеют стандартную автоматику, которая управляет горелкой и поддерживает заданную температуру теплоносителя. Из-за того, что в контуре управления присутствует лишь один датчик температуры теплоносителя, не учитывается реальная температура в помещении и температура улицы. Это ставит перед пользователем задачу регулирования температуры теплоносителя в ручном режиме, в зависимости от потребности в тепле и изменения уличной температуры.

Реальный же эффект от увеличения/уменьшения температуры теплоносителя наступает лишь спустя определённое время из-за наличия задержки (транспортного запаздывания) реакции системы отопления на регулирующее воздействие. Естественно, такой подход к тепло- и энергосбережению и сама непрерывная работа системы отопления приводит к перерасходу теплового ресурса.

Административные и офисные здания являются режимными объектами с известным графиком работы. Для односменного предприятия рабочий день с учётом перерыва составляет 9 часов. В остальное время суток, а также в выходные и праздничные дни рабочие помещения не используются, следовательно, комфортного поддержания температуры не требуется. Также количество людей в помещении, система вентиляции и естественное освещение увеличивают температуру воздуха в помещении, что может помочь сэкономить ресурс на отопление. Таким образом, управляя вентиляцией, температурой и освещением одновременно, допуская снижение температуры внутреннего воздуха в помещениях административных и жилых зданий до минимально допустимого уровня ночью, в выходные и праздничные дни с выводом температуры до заданного значения к началу рабочего дня, можно сохранить комфортные условия в помещении и обеспечить экономию энергии.

Для проверки данных гипотез построена модель помещения в среде ANSYS Fluent [2].

Для построенной модели помещения были наложены следующие граничные условия:

1. Внешняя температура (температура воздуха за окном) — от минус 7 °C до плюс 5 °C, в зависимости от времени суток.
2. Тепловая мощность обогревателя 1,75 кВт (исходя из рекомендаций ~ 1 кВт / 10 м² площади).

3. Заданный суточный температурный режим в помещении: с 00:00 до 08:00 +10 °С, с 09:00 до 17:00 +18 °С, с 18:00 до 00:00 +15 °С.

4. Пол и потолок заданы в виде адиабатной стены, т.е. не участвуют в тепловом обмене.

5. Скорость приточной и вытяжной вентиляции 0,018 кг/с (1 объем помещения в час).

6. Период дискретизации для реализации управления равен 480 с.

В качестве метода управления отопительным оборудованием был выбран метод ШИМ-регулирования с использованием предсказывающего фильтра [1]. Данный метод позволяет управлять температурой в помещении по построенной модели, учитывать суточный прогноз погоды. Датчик температуры в помещении располагался в точке с координатами (1.72;0.9;1.645) м. Рисунок 1 содержит температурный график моделирования.

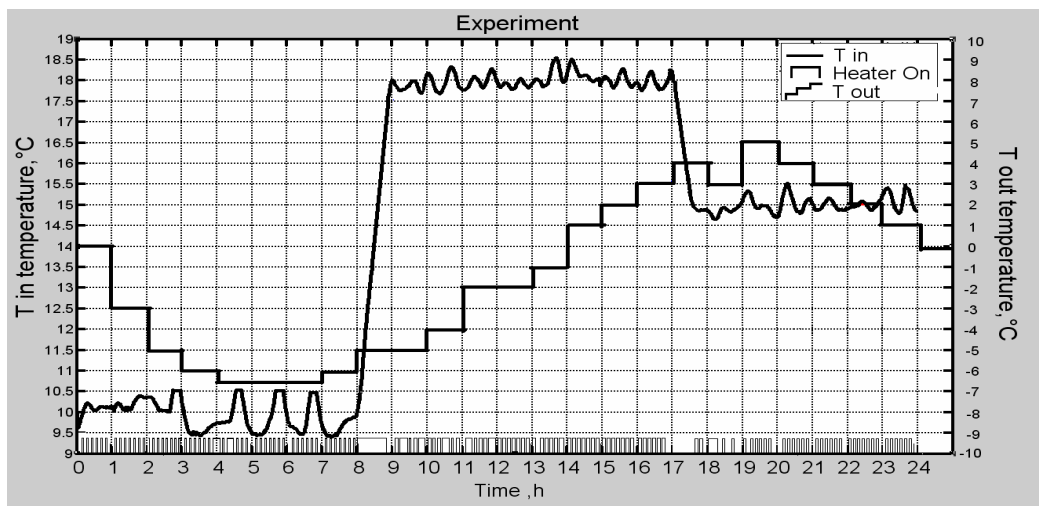


Рис. 1 – Результат моделирования суточного теплового состояния помещения

Таблица 1 содержит результаты моделирования.

Таблица 1 – Сравнительные характеристики отопительных режимов

| Метод управления | Общее время работы отопительного оборудования, ч | Количество включений нагревателя |
|-----------------------------------|--|----------------------------------|
| Непрерывное управление | 24 | 1 |
| ШИМ-регулирование с предсказанием | 10,5 | 148 |

Выводы. В данной работе проведено моделирование теплового состояния помещения с применением метода ШИМ-регулирования с предсказанием. Отказ от непрерывного управления теплоснабжением и переход к дискретному методу управления с учётом работы вентиляции, прогноза изменения температуры за окном и текущей температуры в помещении позволили снизить время работы отопительного оборудования в 2.29 раза с 24-х до 10,5 часов. Максимальная абсолютная погрешность регулирования температуры составила ± 0.5 °С, приведенная относительная погрешность не превышает 5%, что для термонеустойчивых условий является приемлемым результатом. Результаты моделирования позволили определить температурные зоны в помещении, в которых можно располагать датчик температуры.

В перспективе планируется уменьшение величин погрешностей за счет уменьшения шага моделирования, времени дискретизации и увеличения количества интервалов предсказаний. Также планируется проведение моделирования температурного состояния помещения с учётом нахождения в нём персонала и работающего оборудования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Патент на корисну модель № 81276 Україна. Спосіб програмного управління тепловим об'єктом з застосуванням широтно-імпульсної модуляції / Савицький С. М., Гапон А. І., Качанов П. О., Євсєненко О. М., Вискребенцев В. О. — 2013. — Бюл. №12.

2. Евсєненко О. Н. Построение и моделирование теплового состояния помещения в зависимости от внешней температуры / О. Н. Евсєненко // Актуальні проблеми автоматики і приладобудування : матеріали III Всеукр. наук.-техн. конф., 8–9 груд. 2016 р. / НТУ «ХПІ». — Харків, 2016. — С. 15–16.